

УДК 655.3.025:676.273.3:655.39

© Купалкіна-Лугова І. С., магістр, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

© Зоренко О. В., к.т.н., доцент, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

## **П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНА СТРУМИННА ТЕХНОЛОГІЯ ДРУКУВАННЯ НА ГОФРОКАРТОННІЙ ТАРІ**

*Global trends in the use of piezoelectric inkjet technology for the manufacture of corrugated board packaging are analyzed. The classification of inkjet printing technology and a flow chart of the process of printing corrugated cardboard packaging by pulsed inkjet piezoelectric technology have been developed.*

Після проведення в 2016 році відомих галузевих виставок Drupa (Дюссельдорф, Німеччина) та FESPA Digital (Амстердам, Нідерланди), де демонструвались нові розробки широкого діапазону обладнання й витратні матеріали світових виробників та постачальників цифрових технологій друку (Canon, Epson, Mimaki, Efi, Durst, Fujifilm, Heidelberg, HP, KBA, Xerox, Kodak, Komori, Konica Minolta, MUTOH, OKI, Ricoh, Riso, Scodix, Xeikon), спостерігається активний розвиток та поширення зокрема, й струминного друку на гофрованому картоні.

Представлені аркушеві та рулонні цифрові друкарські машини (ЦДМ) здатні друкувати на великому розширеному асортименті задрукованого матеріалу (ЗМ) як всотувальному (офсетний, крейдований, текстурований папір, картон, гофрокартон), так і не всотувальному (синтетичні плівки, металізований пластик тощо) масою 1 м<sup>2</sup> 40...700 г, роздільною здатністю 2400×2400 dpi, форматом друку 750×1060 мм (ширина рулонного друку складає 3,2 м) [1, 2].

Згідно досліджень компанії Smithers Pira майбутнього розвитку цифрового друку пакування, зокрема й на гофротарі, спостерігається збільшення на 28 % світових обсягів його випуску та серед обсягу всієї друкованої продукції, що виготовляється цифровим способом (що пояснює бурхливу розробку цифрового обладнання його постачальниками). Крім того, в умовах світової кризи друкування пакування — єдина сфера, де наявне зростання в цілому за останні роки на 3,3 % (збільшення виробництва гофропродукції на 4 %) [3].

Зазвичай для нанесення графічного зображення на гофрований картон використовують флексографічний, офсетний і цифровий способи друку, при цьому технологічний процес може здійснюватись із застосуванням: листового/рулонного друку флексографічним способом; рулонного/листового друку офсетним способом із кашируванням; різні види цифрового друку.

Цифровий друк забезпечує нові можливості поліграфічного оформлення, персоналізацію друкованої продукції, високу якість відбитків, значну ефективність, оперативне виконання одиничних видань та малих накладів, у деяких видах скорочений технологічний процес без етапів виготовлення друкарських форм (ДФ), екологічне та безвідходне виробництво.

Нині при виготовленні пакування перевагу віддають малим і середнім накладам. Традиційні способи друку не завжди можуть задовільнити сучасний ринок, під потреби якого необхідно адаптувати технологічні та бізнес-моделі, що ґрунтувались на великих довготривалих накладах. Торгові бренди застосовують гнучкі бізнес-стратегії і все частіше вимагають, щоб переробники гофрованого картону та виробники гофротари виробляли дану продукцію малими накладками, скорочували час виготовлення замовлення, забезпечували більше можливостей поліграфічного оформлення та високу якість друку.

Технологічний процес при цифровому друці потребує набагато менше часу ніж при класичних способах друку, а можливість отримання якісного кольоровідтворення відбитків

дозволяє легко виконувати повторні роботи, зменшуючи виробничі витрати та мінімізуючи технологічні операції. Так виробник гофротари має можливість швидко реагувати на запит клієнта, виконувати термінові замовлення, урізноманітнювати способи поліграфічного оформлення [4].

Останню декаду струминна технологія виходить на новий рівень розвитку — виробники обладнання пропонують промислові високоякісні та високошвидкісні ЦДМ. Сьогодні у світі встановлено більше 2500 машин струминного друку. Більша частина ЦДМ використовується для друку етикеток і лише 10 % задіяно у пакувальній індустрії [1–3].

Найбільш популярною для друку на гофрованому картоні є п'єзоелектрична струминна технологія, яку найчастіше використовують завдяки різним способам генерування (фіксований, змінний, за вибором) та можливості точного контролю розміру крапель і обумовлена цим висока якість друку; достатньо високої довговічності друкуючих головок [5].

В основі п'єзоелектричної технології лежить властивість п'єзокристалів деформуватися під дією електричного струму. Фізичні властивості кристалів використовують для створення мініатюрного фарбового насоса, в якому при зміні позитивної напруги на негативну відбувається стиснення невеликого об'єму фарби та її викид через відкрите сопло. Розмір краплі визначається фізичними характеристиками камери і тиском, що створюється у цій камері за рахунок деформації п'єзоелектричного кристалу. На утворення краплі впливають: заряд краплі, електричне поле ЗМ, частота викиду, стан сопла тощо [4, 6].

П'єзоелектричні головки об'єднує принцип розпилення крапель. Завдяки широкому вибору модифікацій для різних матеріалів і сфер застосування, вони користуються великою популярністю у виробників струминних принтерів [6].

Головна відмінність струминних друкуючих головок — у фіксованому або змінному розмірі краплі. Принтери з фіксованою краплею або бінарні, видають краплі стандартного обсягу 1...200 пл (піколітр —  $10^{-12}$  літра). Основна перевага технології в тому, що великі краплі швидше вкривають ЗМ. Ще одна особливість друкуючих головок з фіксованим розміром краплі — низька роздільна здатність та малий об'єм, тому їх використовують для друкування великоформатної продукції (рекламні банери, вивіски, реклама на транспорті), по текстилю та інших сегментів, де роздільна здатність не має першочергового значення. Друкуючі головки з фіксованим розміром краплин мають частоту розпилення в кілогерцах (1000 циклів/с). ЦДМ можуть бути чотири-, шести- і восьмифарбовими. При роботі з великими обсягами друкованої продукції швидкість чотирифарбової ЦДМ вища, ніж шести-/восьмифарбових, а якщо для нанесення однієї фарби використовується кілька друкуючих головок, швидкість ЦДМ збільшується.

У струминних п'єзоелектричних ЦДМ з друкуючими головками зі змінним розміром краплі є можливість під час друкування регулювати роздільну здатність шляхом зміни розміру крапок зображення (відтворювати півтони). Для збільшення об'єму краплі система об'єднує кілька крапель базового розміру [5, 6].

Основні тенденції струминної п'єзоелектричної технології друку нині полягають у формуванні краплі меншого об'єму для покращення якості зображення, збільшенні швидкості викиду краплі та частоти генерування краплі, збільшення кількості насадок для забезпечення швидкості друку, зменшення вартості виробництва. Ці тенденції зумовлюють подальше зменшення розміру головок для струминного друку [3, 5, 7].

Залежно від способу плівкоутворення для друку на гофрованому картоні використовують фарби на водній основі, УФ-чутливі та іноді масляні (рис.). УФ-фарби використовують здебільшого для друку експозиційних стендів, шоу-боксів, рекламних вітрин тощо. ЦДМ зі струминними головками для друку УФ-фарбами пропонують компанії Barberan, HP, EFI, Durst та інші [8, 9].

ЦДМ з фарбами на водній основі випускають компанії HP, Sun Automation, Durst,

Engiso та інші. Фарби можна використовувати для друку будь-якого пакування, включаючи харчову промисловість. Вони не мають запаху, безпечні для прямого контакту з харчовими продуктами, мають високий рівень зносостійкості та високі якісні характеристики [8, 9].

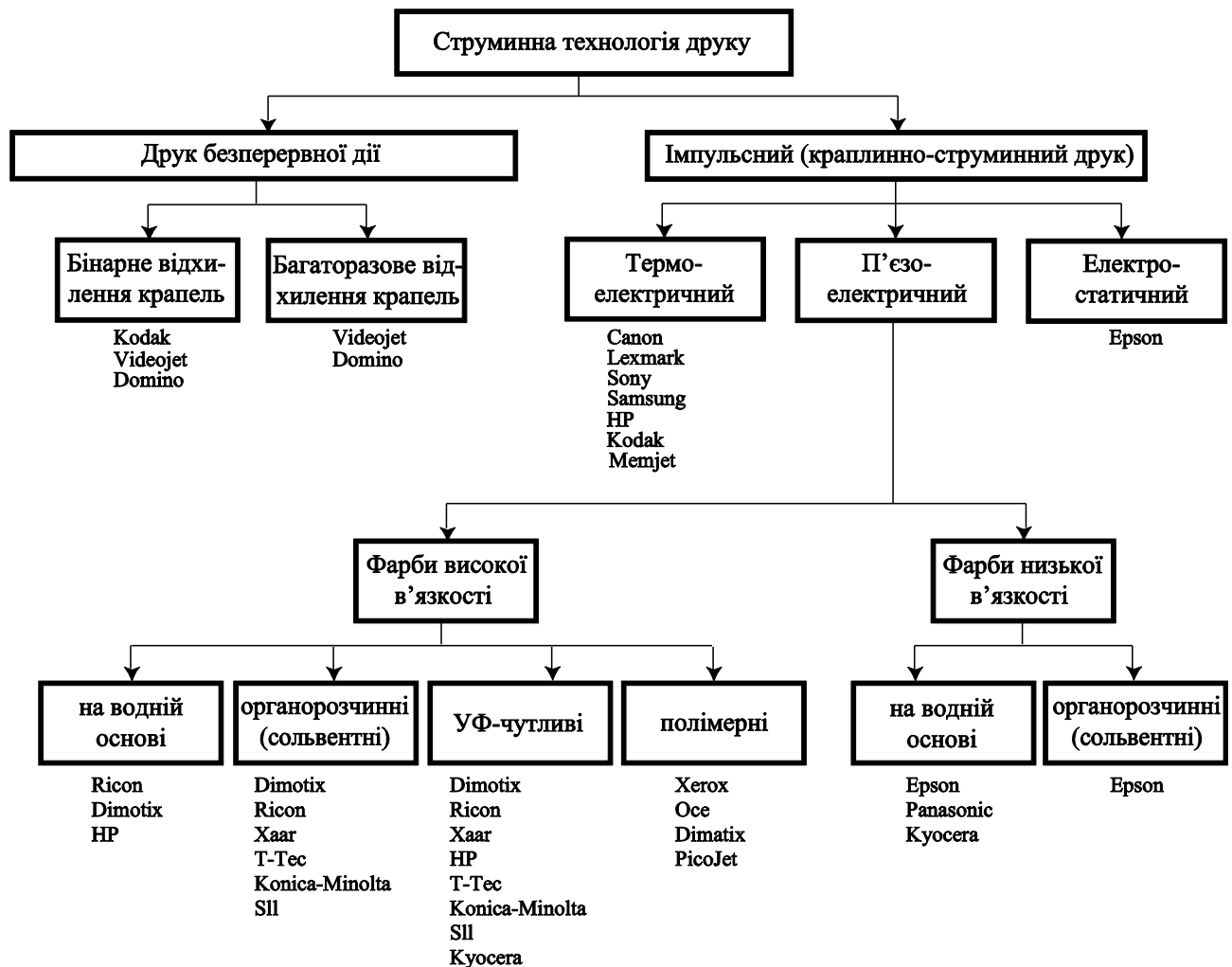


Рис. 1. Класифікація технологій струминного друку

Собівартість фарби для струминного друку на сьогодні досить висока, тому вчені в науково-дослідних лабораторіях працюють над удосконаленням технології виготовлення фарби і друкуючих головок, щоб зробити даний спосіб друку більш доступним.

Технології струминного друку, як було зазначено вище, швидко прогресують, що веде до підвищення якості друку, зниження його собівартості і здешевлення друкувальних пристроїв та ЦДМ. Основні розробки направлені на вдосконалення друкуючих головок і створення світлостійких чорнил.

Враховуючи сучасні тенденції глобального розвитку цифрового друку, зокрема, струминною п'єзоелектричною технологією на гофрованому картоні з гнучким технологічним процесом і можливостями швидко реагувати на сучасні вимоги ринку, поставлено завдання проаналізувати напрями розвитку сучасних цифрових технологій для друку на гофрованому картоні з урахуванням недоліків і переваг різновидів струминної технології, провести детальний аналіз якості зразків, надрукованих на обладнанні п'єзоелектричного струминного друку, дослідити якість кольоровідтворення друкованих відбитків, обґрунтувати необхідність імплементації струминної технології для випуску якісного повноколірного пакування малих і середніх накладів на сучасному виробництві гофротари.

Перелік посилань:

1. Самое интересное на друпа 2016 // Компьюарт. 2016. № 3. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://compuart.ru/article/25241>.
2. Новинки цифровой печати на юбилейной FESPA 2016 // Компьюарт. 2016. № 2. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://compuart.ru/article/25191>.
3. Н. Дубина. Цифровая упаковка сегодня / Николай Дубина // Компьюарт. 2017. № 3. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://compuart.ru/article/25306>.
4. Barnes, Matthew. 2011. Personal interview. Vice President, Michigan Packaging Company. Mason, MI.
5. Репета В. Б. Матеріали і технології цифрового друку / В. Б. Репета, В. В. Шибанов. Л.: УАД, 2010.
6. Г. Киппхан. Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. М.: МГУП, 2003.
7. Величко О. М. Видавничо-поліграфічна справа. Практикум з проектування і розрахунку технологічних і виробничих процесів: навч. посіб. / О. М. Величко. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. 520 с.
8. Digital printers. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.barberan.com/en/machinery-3>.
9. Durst Quadro Array. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.jetitech.com/print-heads-durst-parts/durst-quadro-array>.